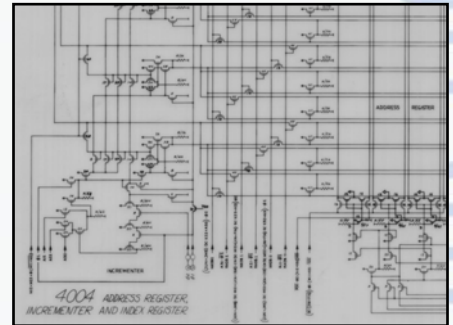


Aufgabe 4 Digitale Schaltungen

Elektronik entscheidet logisch – A und B oder nicht C?

„Die Welt von heute ist digital.“ Diesen Satz hat wahrscheinlich jeder schon mal gehört. Aber was ist eigentlich genau damit gemeint? Gemeint ist, dass man in der Welt von heute fast überall auf Dinge trifft, in denen sich digitale elektronische Schaltungen verbergen. Alltagsgegenstände wie Uhren, Telefone, Autos, ja sogar manche Turnschuhe enthalten heutzutage Mikrochips, die auf der Grundlage von Digitaltechnik funktionieren, und die von Ingenieuren oder Technikern entwickelt wurden. In dieser Aufgabe werden die Grundlagen der Digitaltechnik etwas genauer betrachtet.



Ausschnitt aus dem Schaltbild des Intel® 4004 Prozessors

Aufgabe 4a

Grundlagen digitaler Schaltungen – Logikgatter

Digitale Schaltungen stellen eine Vereinfachung gegenüber anderen Schaltungsarten dar. Bei digitalen Schaltungen wird ähnlich wie bei einem herkömmlichen (Licht-)Schalter zwischen zwei Schaltungszuständen unterschieden: ein Schalter ist geschlossen oder er ist geöffnet, d.h. es fließt Strom oder es fließt kein Strom. Diese Zustände werden in der Digitaltechnik üblicherweise durch eine 1 (Schalter geschlossen, Strom fließt) oder eine 0 (Schalter offen, kein Stromfluss) repräsentiert.

Die Schalterfunktion übernimmt bei digitalen Schaltungen ein sog. Transistor. Gruppen von Transistoren, die zusammengeschaltet eine bestimmte Funktion erfüllen, bilden ein **Logikgatter**. Ein Logikgatter ist durch die Anzahl seiner Eingangs- und Ausgangssignale sowie seine Funktion vollständig bestimmt.

Beispiele für Logikgatter sind *UND*-Gatter, *ODER*-Gatter, *Exklusiv-ODER*-Gatter und *Inverter*-Gatter - die entsprechenden englischen Gatterbezeichnungen lauten *AND*, *OR*, *XOR* und *NOT*. Zur Darstellung von Logikgattern in Schaltplänen wurden spezielle graphische Symbole entwickelt.

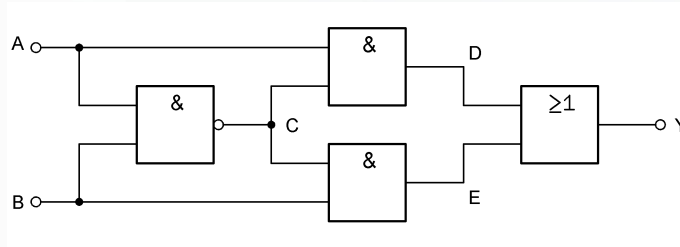
- Gib für die einfachste Ausführung jedes der genannten Logikgatter die Anzahl der Eingänge, die Anzahl der Ausgänge, und die Funktion als Gleichung sowie in Form einer Wahrheitstabelle an. Zeichne außerdem die Schaltplansymbole der Gatter gemäß Europäischer Norm (IEC 60617-12).

Durch geeignete Kombination von UND-, ODER-, Exklusiv-ODER- und Inverter-Gattern lassen sich beliebige digitale Schaltungen mit neuen, komplexeren Funktionen aufbauen wie beispielsweise Multiplexer, FlipFlops, Zähler, Addierer, u.v.m.

- Entwirf eine Digitalschaltung, die das Resultat einer ODER-Verknüpfung zweier Eingänge ermittelt. Als Bauteile zur Realisierung der Schaltung stehen jedoch nur UND-Gatter und Inverter zur Verfügung. Zeichne einen Schaltplan Deiner Schaltung, die ausschließlich aus UND-Gattern und Invertern besteht.
- Beschreibe die Funktion eines Zweifach-Multiplexers mit eigenen Worten. Welche Eingänge und Ausgänge besitzt dieser Funktionsblock?

Aufgabe 4b Schaltungsanalyse und Optimierung

Gegeben ist folgende digitale Schaltung:



- Erstelle eine **Logiktablelle**, die den Ausgang Y der abgebildeten Schaltung in Abhängigkeit der Eingänge A und B darstellt.

Zeichne dazu eine Tabelle, deren Spalten alle Knoten bzw. Ausgänge in der Schaltung enthalten. Die Tabelle muss so viele Zeilen enthalten, wie es Eingangskombinationen gibt.

Also im vorliegenden Fall:

| A | B | C | D | E | Y |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | | | | |
| 0 | 1 | | | | |
| 1 | 0 | | | | |
| 1 | 1 | | | | |

- Welche logische Funktion erfüllt die Schaltung?

Im Anhang ist eine weitere Digitalschaltung abgebildet.

- Erstelle eine Logiktablelle, die die Ausgänge X, Y, Z der abgebildeten Schaltung in Abhängigkeit der Eingangswerte A, B und C darstellt.
- Welche Funktion erfüllt die Schaltung?

Nutze dafür die im ersten Teil dieser Aufgabe beschriebene Vorgehensweise zur Schaltungsanalyse.

- Wie könnte man diese Schaltung vereinfachen?

Aufgabe 4c

Entwicklung und Aufbau einer einfachen Digitalschaltung

Moderne Digitalschaltungen (wie z.B. Intel-Prozessoren) sind als getaktete bzw. takt-synchrone Schaltungen aufgebaut. Sie enthalten spezielle, aus Logikgattern aufgebaute Funktionsblöcke, sog. Flip-Flops oder Register, die einen Signalzustand halten (speichern) können. Der genaue Zeitpunkt der Speicherung wird durch ein Steuersignal festgelegt, das üblicherweise als **Taktsignal** oder engl. clock (CLK) bezeichnet wird.

Neben dem Taktsignal gibt es in Digitalschaltungen meist ein weiteres wichtiges Steuersignal, das sog. **Reset-Signal**. Es dient zur Festlegung von geeigneten Startwerten von Registern nach dem Einschalten eines Gerätes.

Typische Beispiele für einfache getaktete Schaltungen sind Zähler und Schieberegister.

Im mitgelieferten Bausatz sind verschiedene Bauteile (ICs, Spannungsregler, etc.) vorhanden, mit deren Hilfe Du einfache digitale getaktete Schaltungen aufbauen kannst. Nähere Informationen findest Du in der Bausatzbeschreibung.

- Informiere Dich in den Datenblättern der mitgelieferten Bauteile über deren genaue Funktion und Anwendung. Häufig finden sich dort auch hilfreiche Anwendungsbeispiele.
- Im Anhang findest Du einen Schaltplan für einen 1-Bit-Zähler. Beschreibe seine Funktion, baue diesen mit dem Bausatz nach und dokumentiere den Schaltungsaufbau mit einem Foto. Beachte, dass die Spannungsversorgung der beiden ICs angeschlossen werden muss. Du siehst die Anschlüsse dafür oben rechts im Schaltbild. Die drei XOR-Gatter U2/2, U2/3 und U2/4 (links im Schaltbild) können für die nächste Schaltung verwendet werden.
- Entwirf aufbauend auf der Schaltung des 1-Bit-Zählers eine digitale, getaktete Zählerschaltung, die mit Hilfe von LEDs den Zählerzustand eines 4-Bit-Binärzählers anzeigt und auf Tastendruck weiterzählt. Sie muss aus Bauteilen des Bausatzes aufgebaut werden können.
- Zeichne einen Schaltplan Deiner Schaltung mit allen Bauelementen sowie deren Verbindungen untereinander. Nutze möglichst auch die LEDs aus dem Bausatz zum Anzeigen der digitalen Zustände innerhalb der Schaltung (z.B. an den Ausgängen von FlipFlops).
- Beschreibe die Funktion Deiner Schaltung.
- Baue Deine Schaltung auf der mitgelieferten Steckplatine auf und demonstriere ihre Funktion. Dokumentiere dies durch Fotos und/oder ein kurzes Video.

Hinweise zum Schaltungsaufbau:

- Erzeuge den Takt Deiner Schaltung manuell mit Hilfe eines Tasters.
- Sollte Deine Schaltung nicht wie gewünscht funktionieren, überprüfe zuerst, ob
 - die Versorgungsspannung aller ICs korrekt angeschlossen ist und die richtige Spannung anliegt;
 - (sofern vorhanden) das Reset-Signal Deiner Schaltung den richtigen Zustand hat, damit die Schaltung funktionieren kann;
 - ein Taktsignal generiert wird und an den entsprechenden Eingängen ankommt.



Viel Erfolg bei der vierten Aufgabe!

Falls Ihr Fragen zu den Aufgaben habt oder eine Hilfestellung benötigt, so schaut doch einfach mal in unser Forum: <http://www.unikik.uni-hannover.de/forum/>

Einsendeschluss: Sonntag, 25. Mai 2008, 23:59.

Sendet Eure Lösungen per E-Mail an: aufgaben@intel-leibniz-challenge.de.

Die E-Mail sollte nicht größer als 3 MB sein (Die Dateien können gezippt sein)! Bitte gebt auch Euren Teamnamen, die Namen der Gruppenmitglieder sowie deren Schulen an. Bitte schreibt in der Betreffzeile der E-Mail Euren Gruppennamen und benennt Eure angehängten Dateien danach.

Ihr könnt/solltet Eure Lösung auch dann abgeben, wenn Ihr die letzte Teilaufgabe (die Profi-Aufgabe) nicht gelöst habt! Vielleicht gelingt Euch das ja bei den kommenden Aufgaben.

Die Teilnahmebedingungen und weitere Informationen findet Ihr unter:
<http://www.unikik.uni-hannover.de/ILC/>

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Intel®-Leibniz-Challenge

Intel®-Leibniz-Challenge 2008, Aufgabe 4b

